

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 07-106691

(43) Date of publication of application : 21.04.1995

(51)Int.Cl. H01S 3/18

(21)Application number : 05-248963 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

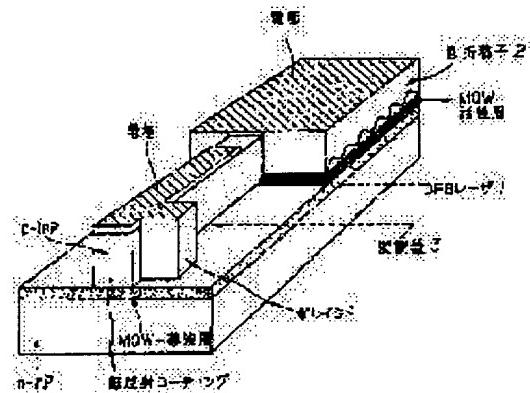
(22)Date of filing : 05.10.1993 (72)Inventor : WAKITA KOICHI
MITOMI OSAMU

(54) INTEGRATED LIGHT SOURCE WITH EXTERNAL MODULATOR AND DRIVING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an integrated light source with external modulator suitably employed in high speed large capacity optical communication and measurement in which the chirping parameter can be controlled.

CONSTITUTION: The integrated light source comprises a semiconductor laser 1 incorporating a diffraction grating 2, a modulator 3 formed on same substrate as the semiconductor laser 1, means for applying DC bias to the modulator 3, and means for controlling the temperature of the modulator wherein the chirping parameter α of the modulator 3 is controlled by varying the bias and the temperature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-106691

(43) 公開日 平成7年(1995)4月21日

(51) IntCl.⁶

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平5-248963

(22) 出願日 平成5年(1993)10月5日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 脇田 紘一

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 三富 修

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

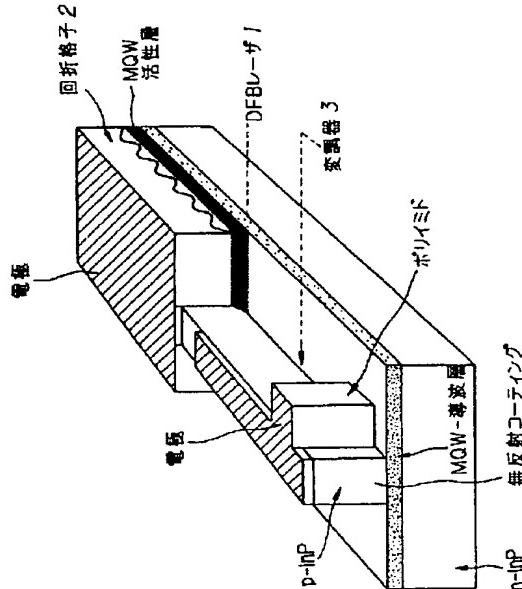
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 外部変調器付き集積化光源及びその駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 高速大容量光通信及び光計測における光源として好適で、チャーピングバラメータを制御できる外部変調器付き集積化光源及びその駆動方法を提供することを目的とする。

【構成】 内部に回折格子2を有する半導体レーザ1と、半導体レーザ1と同一の基板上に形成された変調器3と、変調器3にDCバイアスを印加する手段と、変調器の温度を制御する手段5とを備えた外部変調器付き集積化光源であり、バイアスと温度とを変化させることにより変調器3のチャーピングバラメータ α を制御する駆動方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に回折格子を有する半導体レーザと、該半導体レーザと同一の基板上に形成された変調器と、該変調器にDCバイアスを印加する手段と、該変調器の温度を制御する手段とを備えたことを特徴とする外部変調器付き集積化光源。

【請求項2】 内部に回折格子を有する半導体レーザと、該半導体レーザと同一の基板上に形成された変調器と、該変調器にDCバイアスを印加する手段と、該変調器の温度を制御する手段とを備えた外部変調器付き集積化光源において、前記バイアスと温度とを変化させることにより変調器のチャーピングバラメータを制御することを特徴とする外部変調器付き集積化光源の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高速大容量光通信及び光計測における光源として好適で、チャーピングバラメータを制御できる外部変調器付き集積化光源及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高速・大容量光通信及び光計測における光源として外部変調器付き光源の研究が盛んである。これは、これまで広く使われてきた半導体レーザの直接変調では、高速・大容量光通信が不可能となってきたからである。半導体レーザは、小型・堅固で直接変調可能という特徴を持ち、半導体レーザに流す電流の強弱を、光の強弱に効率よく変えることができ、基幹伝送系に用いられてきた。

【0003】しかし、変調速度が数G b / s程度を越えると、チャーピングと呼ばれる発振波長の変動を生じ、長距離伝送に不具合となることが判ってきた。即ち、半導体レーザでは、駆動電流変化に伴いその内部に屈折率変化を生じ、発振波長変動をもたらす。また、光ファイバを伝搬する光は、光ファイバの持つ分散特性によりファイバを伝送する光信号の速度が波長によって異なる。この為、変調速度が高速となり半導体レーザの波長変動が起こると、光ファイバを伝搬する光は、長距離を伝搬する間にパルス幅が広がり、信号間に干渉を生じてしまうためである。

【0004】このチャーピングを減らすために、半導体レーザには変調信号をのせず、半導体レーザをDC駆動とし、その外部に変調器を用意して、これを変調する外部変調方式が研究されている。図4に従来の高速外部変調器付き集積化光源の構成を示す(H.Soda等、Electronics Letters.26巻、9-10ページ、1990年)。同図に示すように、分布帰還型(DFB)レーザ1の先端には、電界吸収型の変調器3が付けられている。

【0005】この変調器3は、外部より電界を印加すると吸収係数が変化し、吸収端が長波長側にシフトするので、電界の印加の有無によって光の透過量が変化する強

度変調器である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】通常、この種の変調器3では、半導体レーザ1に比べて遙に小さいものの吸収係数変化に伴って屈折率変化があり、これまでこれを極力減らすことに努力が払われていた。即ち、変調器3において、屈折率変化を生じると入射光は位相変化を受けるため、純粋な強度変調とはならない。そして、透過光のスペクトル幅は、この屈折率変化の吸収係数変化に対する割合であるチャーピングバラメータ α を用いて表せば、 $(1 + \alpha^2)^{1/2}$ だけ広がる。

【0007】このため、光ファイバの持つ分散特性から、長距離伝送において不具合を生じると考えられてきた。しかし、既設の光ファイバによっては、その分散特性にはバラツキがあり、予めブリチャーブと呼ばれる波長変化を持った光を伝送した方が伝送特性上有利な場合があることが実験により明らかとなった。図6は、チャーピングバラメータの値が伝送上どのような効果をもたらすかを示した計算結果であり(K.Hagimoto他、米国電気電子学会誌光波技術J.Lightwave Techol., 6巻、1678~1684頁、1988年)、光パルスの時間幅がファイバ伝送中どのくらい変化するかを表したものである。

【0008】即ち、チャーピングバラメータ α の値が零でなくとも伝送上有利となることがあることを示している。また、光ファイバは、強い光が入射すると非線形性のため、その屈折率が変化して自己位相変調などを生じ、波長、強度等でそのパルス幅が変わるが、その大きさにはバラツキがあることが実験により判った。これまで、このような強い光を手に入れることができ困難であったこともあり、また、上記の現象をネガティブに扱ってきたが、光ソリトン等の光ファイバの非線形性の研究が進み、上記の現象を積極的に利用することが可能となりつつある。

【0009】この為、ファイバによっては、伝送すべき光の特性を予め制御しておいた方が伝送上有利であるとの観点から、外部変調器のチャーブ特性を利用しようとする機運が高まっている。一方、図5に示すマッハ・ツェンダ干渉形の変調器が報告されている(H.Sano他、Topical Meeting on Quantum Optoelectronics 91.MD1, 1991)。この構造では、二つの光導波路を伝搬する光の干渉を利用して強度変調しようとしているため、二つの光導波路に加える電圧を独立に変えて位相差をπだけ保つようすれば、チャーピングバラメータ α を動作条件で制御できるという特徴を有する(S.K.Korotky他、1991年集積フォトニクス国際会議53頁)。しかし、図5の素子は、半導体で構成されているため、LiNbO₃を用いた変調器に比べ半導体特有の挿入損失が大きいという問題がある。

【0010】本発明は、このような問題を解決するため、光ファイバの分散特性に応じて変調器に予め所定の

チャーピングを持たせられるようにして、変調器のチャーピングパラメータを制御できるようにすることを目的とするものである。また、本発明の他の目的は、半導体特有の挿入損失が大きいという問題を解決し、その大部分を占める光源及びファイバとの結合損失を低減することを目的とする。即ち、本発明の目的は、チャーピングパラメータを制御できる変調器を提供し、かつ、この変調器と半導体レーザーを一体化して挿入損失を低減した高速外部変調器付き集積化光源を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は、変調器にDCバイアスを印加する手段と、変調器の温度を制御する手段とを備えることにより、チャーピングパラメータを制御せしめ、半導体レーザーと変調器を集積することにより、挿入損失を低下せしめることを特徴とする。

【0012】

【作用】変調器の屈折率変化と吸収係数変化の比であるチャーピングパラメータ α の値は、半導体レーザーにより出射される光の波長と変調器の吸収端波長とのエネルギー差及び変調器を駆動するための電界強度を定められた値にすることで設定できる。また、変調器の吸収端波長とのエネルギー差は、雰囲気温度により変えられ（半導体から構成される変調器の吸収端エネルギーはそれを構成する半導体のバンドギャップエネルギーの温度依存性と同じように変化するのに対し、発振波長はDFBレーザーのためそれほど変化しない）、また、DCバイアスによっても電界強度は変わる。従って、チャーピングパラメータ α は、これら2個のパラメータで制御できる。

【0013】

【実施例】変調器の屈折率変化と吸収係数変化の比であるチャーピングパラメータ α の値は、半導体レーザーにより出射される光の波長と変調器の吸収端波長とのエネルギー差及び変調器を駆動するための電界強度によって変えることができる。図3は、この関係を示す計算結果であって、横軸はエネルギー差(m eV)、縦軸は電界強度(kV/cm)、図中の数字はチャーピングパラメータ α の値を示す。同図に示すように、エネルギー差が大きくなるに従って、また、電界強度が小さくなるに従って、チャーピングパラメータ α は、大きくなることが判る。

【0014】このため、半導体レーザーから出射されるレーザ光の波長を、変調器の吸収端波長よりも長波長（低エネルギー）として、そのエネルギー差は、（1）半導体の電界による吸収係数変化を利用する変調器では、10 m eVから50 m eVとし、また、（2）半導体の電界による屈折率変化を利用する変調器では、50 m eVから80 m eVとし、かつ、前記変調器を駆動するための電界強度が100 kV/cmから250 kV/cmであるように変調器を設計する。

【0015】上述した原理に基づき、チャーピングパラ

メータ α を制御するための素子構造を図7に示す。半導体レーザー1と変調器3を同一基板上に作製して、半導体レーザー1の光が変調器3に結合するように光導波構造を設け、変調器1と半導体レーザー3をモノリシックに集積化する。また、半導体特有の温度依存性を制御するため、温度制御用素子としてベルチエ素子5を付加する。これは、レーザ光の波長と変調器3の吸収端波長とのエネルギー差を温度制御により変えることを狙っている。

【0016】即ち、変調器3の吸収端波長は、一般にそれを構成する半導体のバンドギャップエネルギーの温度依存性に従って変化するが、半導体レーザー1はその内部に回折格子を持つ分布帰還型（DFB）或いは分布反射型（DBR）となっているため、温度変化に対してその発振波長はそれを構成する半導体のバンドギャップエネルギーの温度依存性に従わず、これより遙に変化の小さい屈折率の温度依存性によっている。このため、温度変化に対して半導体レーザー1の発振波長と変調器3の吸収端波長の変化量は大きく異なるので、レーザ光の波長と変調器3の吸収端波長とのエネルギー差を温度制御により変えることができる。また、DCバイアスを印加する手段を備えているので、駆動する電界を制御することができる。

【0017】【実施例1】図1に本発明の第一の実施例を示す。同図に示すように、分布帰還型（DFB）レーザー1の内部には、所定の周期を持つ回折格子2が設けられ、この分布帰還型レーザー1の先には電界吸収型の変調器3が付けられている。回折格子2の周期は、光ファイバの伝送損失の低い波長域である波長1.55 μm付近に発振波長を持つように選ばれる。

【0018】変調器3は、半導体の電界による吸収係数変化を利用する変調器であり、DCバイアスを印加するための電極が設けられている。変調器3の吸収端波長は、波長1.55 μmよりもエネルギー差にして10 m eVから50 m eVだけ短波長としてある。変調器3の光出射端には無反射コーティングが施されている。変調器3を駆動するための電界強度は、図3に示すように、半導体レーザー1により出射される光の波長と変調器3の吸収端波長とのエネルギー差によって若干異なるが、100 kV/cmから250 kV/cm程度となるようになる。ファイバの特性に応じて、チャーピングパラメータを正負の何れの値も取れるようするためである。また、図中には示していないが、この素子全体はその下に、ベルチエ素子等の温度制御素子が備えられている（図7参照）。この為、温度制御素子を利用して、エネルギー差も変えられるので自由度は広い。

【0019】【実施例2】図2に本発明の第二の実施例を示す。同図に示すように、分布帰還型（DFB）レーザー1の内部には、所定の周期を持つ回折格子2が設けられ、この分布帰還型レーザー1の先にはマッハ・ツェンダーハイブリッド形変調器4が付けられている。回折格子2の周期

は、光ファイバの伝送損失の低い波長域である波長1.55 μm付近に発振波長を持つように選ばれる。変調器4の吸収端波長は、半導体の電界による屈折率変化を利用する変調器であるため、波長1.55 μmよりもエネルギー差にして50 meVから80 meVだけ短波長としてある。

【0020】図8は、その根拠を説明するための実験データであり、入射光波長と印加電圧に対する屈折率変化及び吸収係数変化を示す。入射光の波長は1.53 μm、1.55 μm、1.57 μm、1.59 μmとする。 ΔE は、変調器の吸収端波長とのエネルギー差である。図8の強度変化は吸収係数の変化に対応し、強度変化が大きいほど吸収係数変化が大きい。また、図8の位相変化量は屈折率変化に対応し、位相変化量が大きいほど屈折率変化が大きいことを意味する。変調器のコア厚さは、0.4 μmであるので、印加電圧4ボルトは電界強度に換算して、約100 kV/cmに対応する。図8に示すように、エネルギー差が小さくなるに従い、また、印加電圧が増えるに従い、吸収係数変化、屈折率変化が増大することが判る。

【0021】マッハ・ツェンダ干渉形変調器4は、二つの光導波路を伝搬する光の干渉を利用する強度変調器であるため、位相差をただけ保つようにして、二つの光導波路に加える電圧を独立に変えるようにすれば、屈折率、従って、位相の条件は任意に変えられるので、 α パラメータは動作条件で変えることができる。図1と同様に、雰囲気温度の影響が大きいので、温度制御素子を用いて、チャーピングパラメータ α を制御している。

【0022】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて、具体的に説明したように、本発明の外部変調器付き集積化光源においては、DCバイアスを印加する手段と、温度を制御する*

*手段とを備えているので、変調器のチャーピングパラメータを制御することができ、また、半導体レーザと変調器を同一基板に集成しているため、半導体レーザと変調器との結合に由来する結合損失がないという効果がある。本発明による外部変調器付き集積化光源を光通信システムの光源として用いれば、チャーピングパラメータの値を光ファイバの分歧特性に合わせて制御できるため、伝送特性を向上させるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第一の実施例に係る外部変調器付き集積化光源の説明図である。

【図2】本発明の第二の実施例に係る外部変調器付き集積化光源の説明図である。

【図3】電界強度、エネルギー差とチャーピングパラメータ α との関係を示すグラフである。

【図4】従来の外部変調器付き集積化光源の構成図である。

【図5】従来のマッハ・ツェンダ干渉形の変調器の構成図である。

20 【図6】チャーピングパラメータの光パルス幅に対する影響を示すグラフである。

【図7】本発明の構成要素を示す説明図である。

【図8】入射光波長と印加電圧に対する屈折率変化及び吸収係数変化を示すグラフである。

【符号の説明】

1 半導体レーザ（DFBレーザ）

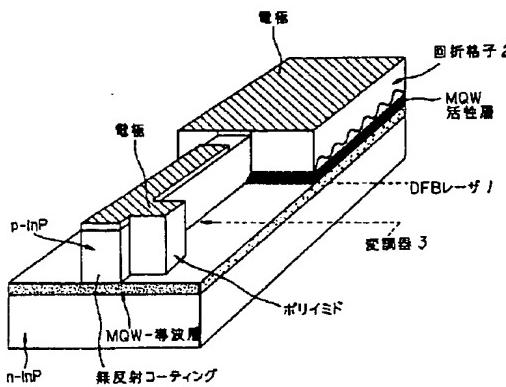
2 回折格子

3 電界印加による吸収係数変化を利用した変調器

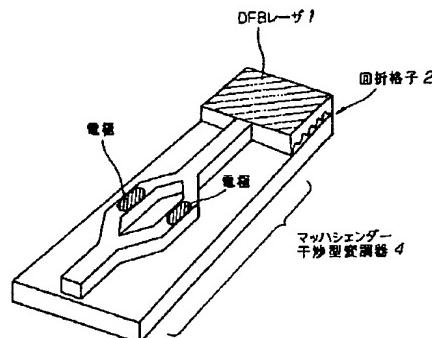
4 電界印加による屈折率変化を利用した変調器（マッハ・ツェンダ干渉形変調器）

5 温度制御素子（ペルチェ素子）

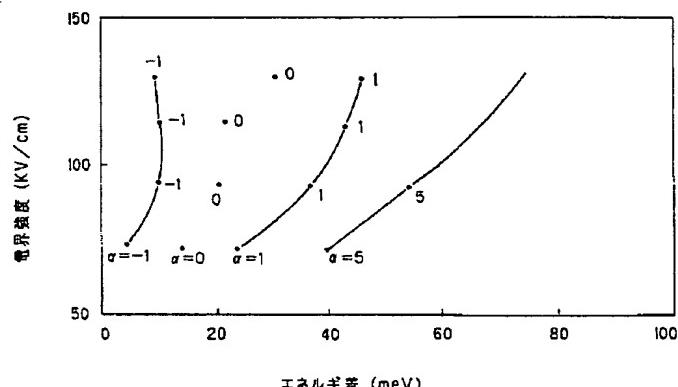
【図1】



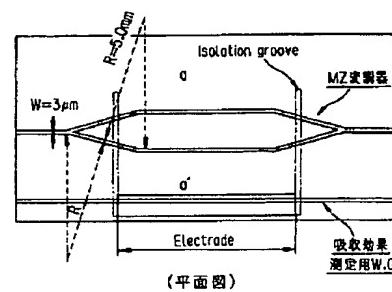
【図2】



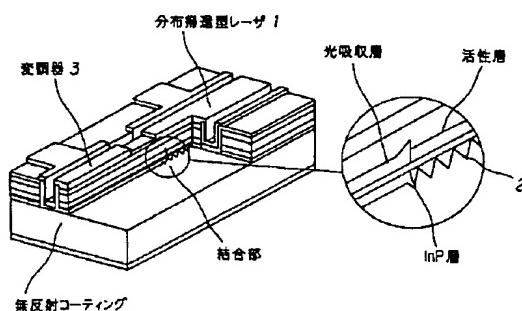
【図3】



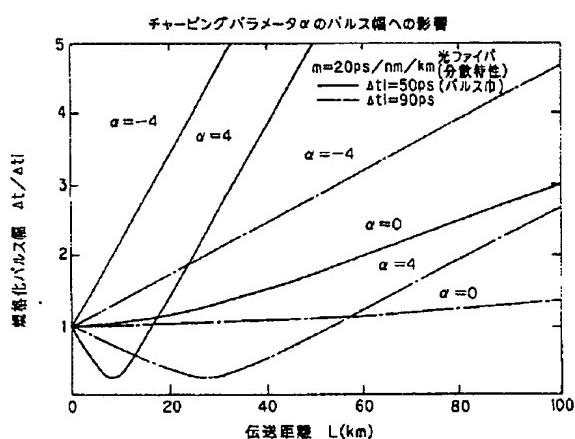
【図5】



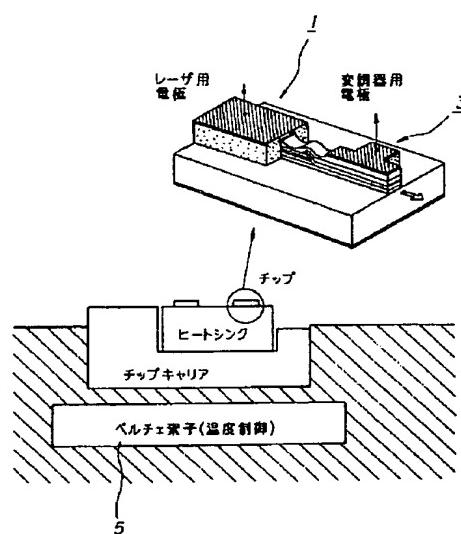
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

